



Kolbäcksån

Provfiske och metaller i fisk 2007





Kolbäcksån

Provfiske och metaller i fisk 2007

Lars Sonesten

Institutionen för vatten och miljö (f.d. Institutionen för miljöanalys)
Sveriges lantbruksuniversitet
Box 7050
750 07 Uppsala
Tel. 018 - 67 31 10
<http://www.ma.slu.se>

Foton: Provfiskarna

Formgivning: Lars Sonesten, IVM

Tryck: Institutionen för vatten och miljö, SLU
Uppsala, juli 2008

ISSN: 1403-977X

Förord

På uppdrag av Kolbäcksåns vattenförbund har Institutionen för vatten och miljö (f.d. Institutionen för miljöanalys) vid SLU i Uppsala, utfört den samordnade recipientkontrollen av sjöar och vattendrag i avrinningsområdet under 2007. Recipientkontrollen utförs enligt ett program gällande 2003-2005.

Föreliggande rapport är en separat redogörelse för provfisket 2007 och resultaten av metallanalyserna på delar av fiskmaterialet. Redogörelse ingår även i årsrapporten för 2007.

Årsrapporter och sammanfattningar av rapporterna finns som nerladdningsbara pdf-filer finns under länken <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>. Där finns även en del annan information om vattensystemet, liksom rådata i digital form från detta arbete (nedladdningsbar excel-fil).

Provfisket utfördes av Mikael Östlund, Anna Lundqvist, Marcus Wallin och Staffan Åkerblom. Metallanalyser har gjorts av institutionens ackrediterade kemiska laboratorium (SWEDAC nr 1208). Lars Sonesten har varit huvudansvarig för rapportens utformning, insamling och utvärdering av bakgrundsmaterial

Uppsala, juli 2008

Innehåll

FÖRORD

SAMMANFATTNING

INLEDNING 6

MATERIAL OCH METODER 6

 Provfiske 6

 Metallanalyser inkl provberedning 7

RESULTAT OCH DISKUSSION 8

 Artssammansättningen 8

 Fångstmängder 9

 Storlekssammansättningen 12

 Kvicksilver i fiskmuskel 16

 Metaller i abborrlever 17

LITTERATURFÖRTECKNING 19

Appendix 1. Provfiskedata 20

Appendix 2. Provfiskelokaler 21

Appendix 2. Provfiskelokaler 22

Appendix 2. Provfiskelokaler 23

Appendix 3. Provfiskeresultat – nätvisa fångster 24

Appendix 3. Provfiskeresultat – nätvisa fångster 25

Appendix 4. Kvicksilverhalter i fiskmuskel 26

Appendix 5. Metallhalter i abborrlever 27

Sammanfattning

Provfiskeresultatena och metallanalyserna visar sammantaget på likartade resultat jämfört med den tidigare undersökningen 1996. Totalt erhöles 2 734 fiskar fördelade på 12 arter. De vanligaste arterna var abborre och mört, vilka fångades i samtliga sjöar. Andra vanliga arter var gers, björkna och braxen, medan nors, siklöja, gös, lake, gädda, asp och löja förekom i mer begränsad omfattning. Tre exemplar av den rödlistade arten asp fångades i Östersjön. Endast tre stycken gäddor fångades, varför kvicksilveranalyserna kompletterades med prov från gös och abborre.

De största fiskfångsterna såväl antals- som viktmässigt erhöles i de två mest näringsrika sjöarna Östersjön och Stora Aspen. I dessa sjöar utgjorde karpfiskar (vitfiskar) hälften eller mer av vikten i näten, vilket är vanligt i näringsrika sjöar.

Storlekssammansättningen av abborre tyder överlag på en god reproduktion i samtliga sjöar, även om de minsta individerna (50–100 mm) förekom sparsamt i fångsten från vissa sjöar. Detta kan dock bero på att de råkat bli underrepresenterade pga ren slumpmässig variation i tid och rum och/eller pga nätens placering.

Mörtens fördelning i olika storlekar visade i samtliga sjöar på en förskjutning mot större individer, där de dominerande storlekarna i flertalet av sjöarna var inom intervallen 150–200 och 200–250 mm (figur 4). Den generella avsaknaden av små individer skulle kunna bero på reproduktionsstörningar orsakade av t ex försurning, vilket mört är mycket känslig för. Detta skulle till exempel vara fallet för Saxen som är den enda sjö som uppvisar surhetsstörningar. För övriga sjöar är detta dock mindre sannolikt, utan är snarare en provtagningsartefakt som beror på hur näten placerats i förhållande till var små mört vanligtvis uppehåller sig. I samtliga sjöar förekom de små mörtarna främst i grunda nät på mellan 1 och 3 meter djup.

Kvicksilverhalten i abborrmuskel från Övre Hillen var något högre än halten i fisk från de övriga sjöarna. Halterna i abborre som är större än ca 20 cm från denna sjö är nära det gällande gränsvärdet för saluförande på 0,5 mg/kg, varför man bör vara försiktig med storkonsumtion av storväxta abborrar från sjön. Förhöjda kvicksilverhalter har tidigare noterats framförallt i sjöarna omedelbart nedströms Ludvika, främst i Marnästjärn, Gårlången och just Ö. Hillen. Orsaken till de förhöjda kvicksilverhalterna i fisken i dessa sjöar anses vara den tidigare tillverkningen av likriktare vid dåvarande ASEA.

Metallhalterna i leverproverna från abborre var överlag låga jämfört med data hos den nationella datavärden IVL. Spridningsmönstret för årets resultat följer väl resultaten från undersökningen 1996. Jämförelsevis höga halter återfanns i framförallt abborrlever från Saxen, där halten av koppar, zink, kadmium och bly var förhöjda. Detta överensstämmer även med de höga halterna av dessa metaller i Saxens sediment. Sedimenten innehåller, liksom i St. Aspen, även mycket krom, vilket däremot inte tycks påverka halten i fisk då båda sjöarna uppvisar förhållandevis låga kromhalter i leverproverna. I sedimentundersökningen noterades även förhöjda halter av nickel, kobolt och volfram i St. Aspen och sjöarna nedströms, vilket även speglas i jämförelsevis högre halter av nickel och volfram i fisken från St. Aspen, Åmänningen och Östersjön. De höga kobolthalterna i sedimenten verkar däremot inte påverka halterna i fisklever. Höga kopparhalter hittades även i fisk från Åmänningen. Det var framförallt de två största individerna som hade kraftigt förhöjda kopparhalter i levern. Orsaken till detta är oklar, men kan bero på skillnad i födoval.

Abborrarlevrarna från Saxen noterades även ha patologiska (sjukliga) förändringar genom mer eller mindre stora vita fettliknande ”klumpar”. Vad dessa klumpar bestod av är oklart, men de skulle kunna vara antingen fettvävnad eller parasiter. Eventuell inlagring av fettvävnad skulle kunna bero på antingen någon form av infektion eller på någon yttre miljöpåverkan. Orsaken bör dock utredas.

Inledning

Föreliggande provfiske ingick i recipientundersökningarna i Kolbäcksån 2007. De sjöar som fiskades var Saxen, Övre Hillen, Norra Barken, Stora Aspen, Åmanningen och Östersjön (figur 19). Undersökningen är så långt det är möjligt en upprepning av motsvarande provfiske och metallanalyser 1996 (Waltersson och Hällman, 1996, Svelab 1999) för att underlätta jämförelser. Provfisken skall enligt gällande undersökningsprogram genomföras i dessa sjöar vart tionde år. Syftet med fiskundersökningarna är att undersöka och följa upp fiskartssammansättningen och -strukturen, samt metallhalterna i fisken.

De undersökta sjöarna är samtliga mer eller mindre påverkade av olika mänskliga aktiviteter som gruv- och metallindustri, samt andra typer av industri och avloppsreningsverk. För mer information om vattnen inom Kolbäcksån se årsrapporten eller på: <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>. Där finns även en del annan information om vattensystemet, samt årsrapporter och sammanfattningar av dessa från och med 1999.

Material och metoder

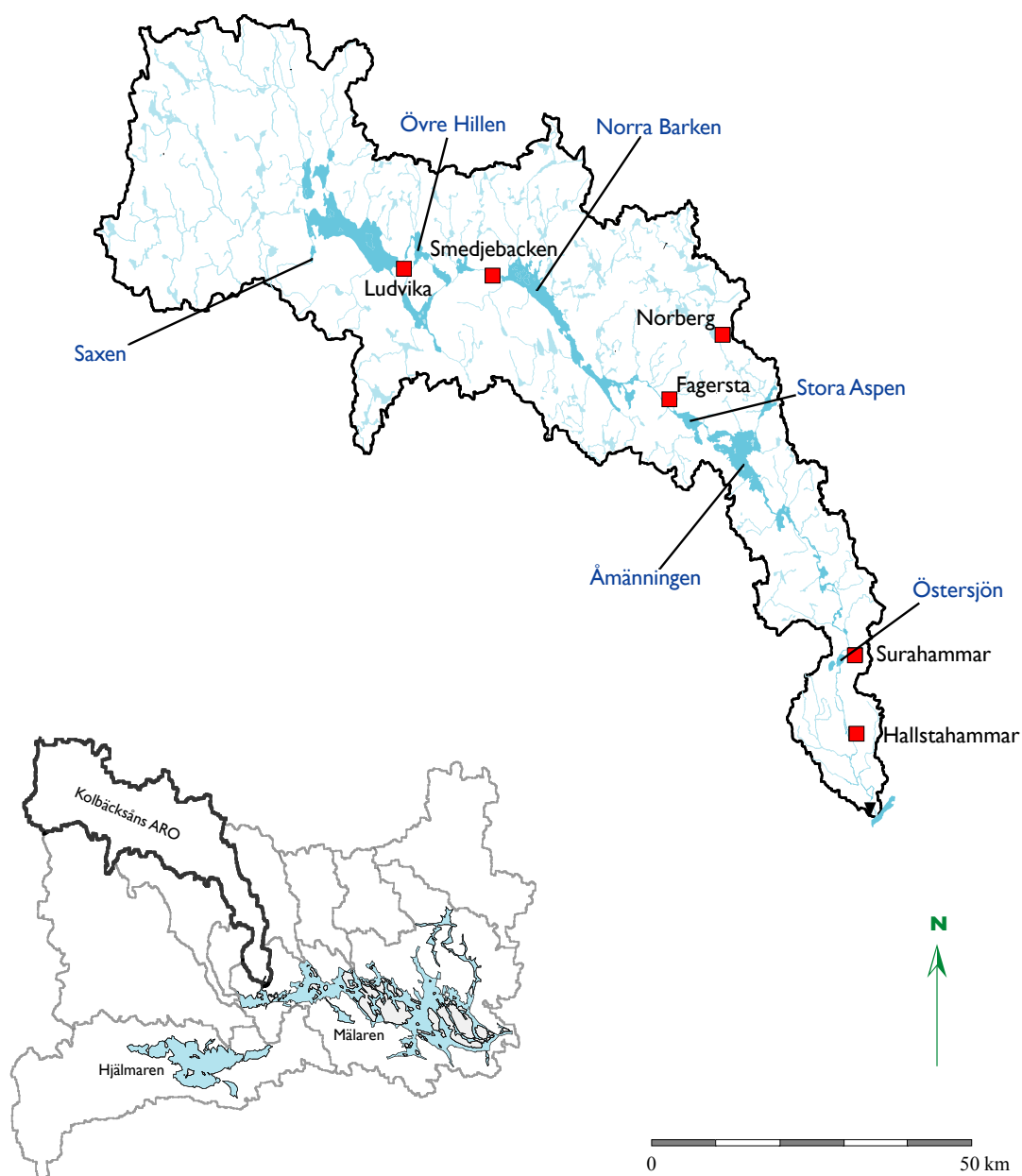
Provfiske

Fisket utfördes med s k översiktsnät (forskningsnät) av typ ”Norden” (Lundgrens fiskeredskap AB). Näten som står på botten är 30 meter långa och 1,5 meter djupa. De är uppdelade i tolv olika sektioner med olika maskstorlekar mellan 5 och 55 mm för att få en så rättvis bild av såväl fiskstorleks- som artstruktur i vattnet. Vanligen används s k standardiserat provfiske om det är möjligt för att underlätta undersökningsresultat från olika sjöar. Tyvärr så är detta svårt i så stora sjöar som flera av de undersökat objekten i denna studie, då detta skulle innebära att orimligt många nätnätter skulle behövas för att uppfylla kraven på det standardiserade provfisket. I stället har en semi-kvantitativ undersökning används som så långt det har varit möjligt har efterliknats undersökningen 1996. I varje sjö lades nio¹ dylika nät över en natt, varefter fångsten undersöktes nätvis. Näten lades så nära som möjligt de platser som undersöktes 1996 (appendix 2). Tyvärr så var dessa platser inte koordinatsatta, utan positionerna har fått uppskattas utifrån de kartor som redovisades i provfiskerapporten (Waltersson och Hällman, 1996). Fisken artbestämdes, vägdes och mättes, samt vissa abborrar valdes ut för metallanalyser och samtliga gäddor för kvicksilveranalys. Eftersom endast ett fåtal gäddor fångades kompletterades kvicksilveranalyserna med ett antal gösar och större abborrar för att erhålla ett så stort underlag som möjligt. Eftersom provfisket inte fullt ut kunde utföras enligt de standardiserade provfiskemetoderna har följaktligen inga bedömningar kunnat göras av den ekologiska statusen enligt de nya bedömningsgrunderna för sjöar och vattendrag.



Fisken vittjas ur näten, samt registreras, vägs och mäts.

¹ Enligt undersökningsprogrammet skulle det ha varit tio nät, men ett av näten förlorades efter första nattens fiske.



Figur 1. Provfiskade sjöar inom Kolbäckens avrinningsområde.

Metallanalyser inkl provberedning

Prov från totalt 35 fiskars ryggmuskel frampreparerades för att analyseras med avseende på kvicksilverinnehåll. Av dessa var endast tre stycken gäddor som är den art som vanligen används för att följa upp kvicksilverinnehållet i sötvattensfisk. För att bredda underlaget så togs även prover från totalt 10 gösar och 22 abborrar. För analys av övriga metaller så framtoogs levern från abborrar till 36 st prov. Om möjligt togs samlingsprov från flera individer för de minsta storleksklasserna, medan stora abborrar hölls individuella. Av dessa prov analyserades även 22 stycken m a p kvicksilver i ryggmuskeln. Vid framprepareringen av samtliga prov användes keramisk kniv, plastpincetter, plastskärbräda etc för att undvika kontaminering av proverna. Samtliga prov frystorkades, uppslöt och analyserades individuellt.

Samtliga prov uppslöt i värmeblock enligt den metodik som används inom den nationella miljöövervakningen av marin biota. Uppslutningen av muskelproverna gjordes med enbart salpetersyra (suprapur), medan leverproverna först uppslöt med salpetersyra, sedan tillsattes väteperoxid för att effektivare bryta ner fett. För att säkerställa kvaliteten i uppslutningen och metallanalysen så medtogs förutom s k nollprov (enbart syra och vatten) även ett certifierat referensprov (Dolt-3, leverprov från Dog fish). Referensprovet och ackrediteringen omfattar inte kobolt och wolfram.

Kvicksilveranalyserna genomfördes genom s k atomabsorptionsspektrofotometrisk bestämning med kallförångningsteknik (CV-AAS), medan övriga metaller analyserades med en induktivt kopplad plasma mass-spektrofotometer (ICP-MS). Den senare är samma metod som används för de rutinemässiga vattenanalyserna. Kvicksilverresultat omräknades till mg Hg/kg färskvikt (vv, våtvikt), medan övriga metaller redovisas som mg/kg torrt prov (ts, torrsubstans).

Resultat och diskussion

Samtliga rådata som individuella provfiskedata finns som nedladdningsbara excel-filer via hemsidan: <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>. Vissa data redovisas även i rapportens appendix.

Artssammansättningen

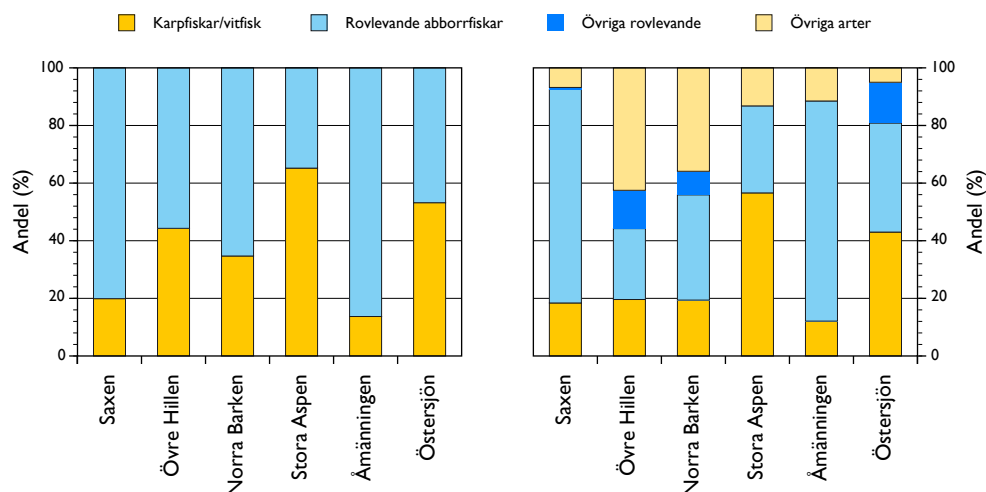
Totalt fångades 12 olika fiskarter i de sex sjöarna, varav abborre och mört fångades i samtliga sjöar (tabell 1). Övriga arter som fångades var gers (fem sjöar, samtliga utom Saxen), björkna (fyra sjöar), gädda, gös, braxen (samtliga i tre sjöar vardera), lake, siklöja, nors, löja (två sjöar vardera), samt asp som endast fångades i Östersjön. I flertalet av sjöarna fångades 6–8 olika fiskarter, vilket är normalt för denna typ av sjöar.

Tabell 1. Fiskarter fångade i de sex sjöar som undersöktes 2007.

Sjö	Antal arter	Arter
Saxen	3	Abborre, gädda, mört
Ö. Hillen	8	Abborre, gädda, mört, lake, nors, siklöja, gers, björkna
N. Barken	7	Abborre, mört, lake, braxen, nors, siklöja, gers
St. Aspen	7	Abborre, mört, gös, braxen, björkna, gers, löja
Åmänningen	6	Abborre, mört, gös, gers, björkna, löja
Östersjön	8	Abborre, gädda, mört, gös, asp, björkna, braxen, gers

I Saxen återfanns endast abborre, gädda och mört, vilket är anmärkningsvärt få arter. Det är dock samma arter som fångades vid undersökningen 1996, vilket tyder på att antalet arter åtminstone inte har minskat under de senaste tio åren. För övrigt var antalet arter i de olika sjöarna något färre vid föreliggande undersökning jämfört med 1996, då man i N. Barken, St. Aspen och Åmänningen hittade nio arter per sjö och i Ö. Hillen hittades åtta arter. Sammantaget så är det dock en enda art som inte återfanns överhuvudtaget under 2007, vilket är sarv. Denna fiskart som vanligen återfinns i strandnära ytvatten, återfanns 1996 endast i enstaka exemplar i de grundast liggande näten. Artsammansättningen är med undantag för Saxen dock vad man kan förvänta sig denna typ av sjöar och skillnaderna mellan de två undersökningarna är sannolikt orsakade av den naturliga variation och slumpmässighet som provfisker kan uppvisa.

Artsammansättningen i sjöarna i den övre delen av systemet, med inslag av laxartade fiskar som nors och siklöja tyder på jämförelsevis låga näringsnivåer, medan man i de mer näringsrika sjöarna i den nedre delen finner arter som gös och asp som bekräftar den högre näringsnivån. Aspen, som är en rolevande karpfisk (vitfisk), är för övrigt en av de få rödlistade fiskarterna i sötvatten (Fiskeriverket 2006).



Figur 2. Förhållandet mellan fiskätande fiskar och andra fiskarter. Fiskätande fiskar består dels av fiskätande abborrar (>15 cm) och gös, dels av övriga potentiellt fiskätande arter som gädda, asp och lake. De övriga fiskarna har delats in i karpfisk/vitfisk (mört, braxen, björkna och löja) och övriga arter (gers, nors och siklöja). Diagrammen visar dels förhållandet mellan enbart karpfiskar och rolevande abborrfiskar, dels förhållandet mellan dessa och övriga fiskar.

Bedömningar av miljötillståndet enligt de gamla bedömningsgrunderna för miljö kvalitet (Naturvårdsverket 2000) ger med avseende på andelen fiskätande abborrfiskar mycket hög till måttligt hög andel (klass 1–3) för samtliga sjöar (figur 2), där klassen måttligt hög anses motsvara ett genomsnittligt svenskt fisksamhälle (24–54% fiskätande abborrfiskar). Högre andel fiskätande abborrfiskar kännetecknar däremot fisk- och artfattiga vatten, medan näringsrika vatten framförallt får stora bestånd av karpfiskar (vitfisk).

Fångstmängder

Fiskfångsten i sjöarna i den nedre mer näringsrika delen av vattensystemet var större såväl till antal fiskar som viktmässigt jämfört med sjöarna i den övre delen (tabell 2). De till nätansträngningar (fångst per nätnatt) standardiserade fångsterna var störst i St. Aspen och Östersjön, vilka är två av åsystemets näringsrikaste sjöar. Dessa sjöar uppvisar förutom dessa förhållandevis stora fiskmängder, vanligen även höga växtplankton- och bottenfaunabiomassor, samt höga halter av kväve och fosfor i vattenmassan (se text Sonesten och Quintana 2008). För de övriga sjöarna var fiskfångsterna jämförelsevis likartade om man ser till det totala antalet fiskar eller vikten per nätansträngning.

Tabell 2. Totala fiskfångster per nätansträngning 2007.

Sjö	Totala fiskfångster per nätansträngning (CPUE)*	
	Antal/nätnatt	Vikt/nätnatt (kg)
Saxen	20,9	1,1
Ö. Hillen	27,8	0,8
N. Barken	29,7	1,0
St. Aspen	80,4	2,3
Åmänningen	28,4	1,5
Östersjön	116,6	3,1

* CPUE = Catch per Unit Effort, fiskfångst per nätansträngning, är ett standardiserat sätt att beskriva fångsten. Beräknas genom att dividera fångsten i antal eller kg med antalet nät som legat i sjön en natt.

Tabell 3. Fiskfångst per nätansträngning för de olika arterna. Fångsten anges dels som antal per nätnatt, dels som vikt per nätnatt. Som spridningsmått anges max- och minvärden.

Sjö	Artais fångst per nätansträngning (CPUE)*					
	Antal/nätnatt	Min	Max	Vikt/nätnatt (kg)	Min	Max
Abborre						
Saxen	18,3	0	45	0,892	0	2,97
Ö. Hillen	13,8	0	40	0,400	0	1,36
N. Barken	19,7	0	71	0,618	0	2,33
St. Aspen	51,2	0	153	0,855	0	3,31
Åmänningen	22,6	0	59	1,10	0	4,47
Östersjön	64,1	2	190	0,278	0,005	0,65
Mört						
Saxen	2,4	0	6	0,202	0	0,563
Ö. Hillen	2,3	0	11	0,133	0	0,399
N. Barken	3,6	0	19	0,168	0	0,877
St. Aspen	22,7	0	78	0,969	0	2,44
Åmänningen	3,0	0	15	0,173	0	0,652
Östersjön	23,1	13	30	0,785	0,306	1,85
Gädda						
Saxen	0,11	0	1	0,0076	0	0,068
Ö. Hillen	0,11	0	1	0,053	0	0,478
Östersjön	0,11	0	1	0,267	0	2,40
Gös						
St. Aspen	1,1	0	3	0,148	0	0,73
Åmänningen	0,6	0	1	0,210	0	0,70
Östersjön	2,2	0	6	0,948	0	2,97
Nors						
Ö. Hillen	5,2	0	41	0,026	0	0,207
N. Barken	0,4	0	3	0,0053	0	0,025
Siklöja						
Ö. Hillen	2,1	0	9	0,063	0	0,296
N. Barken	1,3	0	9	0,044	0	0,297
Gers						
Ö. Hillen	3,7	0	14	0,022	0	0,094
N. Barken	4,3	0	17	0,028	0	0,142
St. Aspen	3,4	0	8	0,013	0	0,031
Åmänningen	1,9	0	4	0,0095	0	0,030
Östersjön	18,9	0	38	0,108	0	0,195
Lake						
Ö. Hillen	0,33	0	1	0,048	0	0,272
N. Barken	0,22	0	2	0,079	0	0,707

* CPUE = Catch per Unit Effort, fiskfångst per nätansträngning, är ett standardiserat sätt att beskriva fångsten. Beräknas genom att dividera fångsten i antal eller kg med antalet nät som legat i sjön en natt. Max- och minvärden för individuella nät anges inom parenteser.

Tabell 3 forts. Fiskfångst per nätansträngning för de olika arterna. Fångsten anges dels som antal per nätnatt, dels som vikt per nätnatt. Som spridningsmått anges max- och minvärden.

Sjö	Artvis fångst per nätansträngning (CPUE)*					
	Antal/nätnatt	Min	Max	Vikt/nätnatt (kg)	Min	Max
Braxen						
N. Barken	0,11	0	1	0,018	0	0,160
St. Aspen	0,89	0	3	0,239	0	0,668
Östersjön	1,00	0	4	0,208	0	1,03
Björkna						
Ö. Hillen	0,22	0	2	0,016	0	0,143
St. Aspen	0,78	0	3	0,111	0	0,425
Åmänningen	0,11	0	1	0,0078	0	0,070
Östersjön	4,78	0	10	0,211	0	0,491
Braxen/björkna**						
St. Aspen	0,22	0	2	0,0022	0	0,020
Östersjön	2,00	0	10	0,136	0	0,821
Asp						
Östersjön	0,33	0	2	0,174	0	1,20
Löja						
St. Aspen	0,11	0	1	0,0007	0	0,006
Åmänningen	0,33	0	3	0,0012	0	0,011

* CPUE = Catch per Unit Effort, fiskfångst per nätansträngning, är ett standardiserat sätt att beskriva fångsten. Beräknas genom att dividera fångsten i antal eller kg med antalet nät som legat i sjön en natt. Max- och minvärden för individuella nät anges inom parenteser.

** Mindre exemplar av braxen och björkna kan vara mycket svåra att artbestämma. Arterna hybridiserar dessutom gärna, vilket gör att enda metoden för att säkert bestämma vilken art det rör sig om eller om det är en hybrid är DNA-analys. Exemplar som har varit svåra att bestämma med hjälp av de yttre kännetecknen har lagts som en separat post "braxen/björkna".



Den samlade fångsten i ett provfiskerät och en mört som skall mätas.

St. Aspen och Östersjöns höga näringsnivå bekräfts även om man ser till fångsterna av de enskilda arterna (tabell 3). Fångsterna från båda dessa sjöar kännetecknas av ett stort antal mörtar och abborrar, samt avsevärt fler braxar och björknor än de övriga sjöarna. Även de högsta vikterna av mört erhöles i dessa sjöar. Dessutom var dessa två sjöar jämte Åmänningen de enda sjöar där gös fångades. Denna fiskart är karakteristisk för mer eller mindre grumliga, grunda och näringsrika sjöar, även om den kan klara sig bra i mindre näringsrika men då djupare sjöar. Anledningen till gösen främst återfinns i dessa typer av vatten är dess behov av att kunna överraska sitt byte, vilket den gör genom att ha en överlägsen syn vid dåliga ljusförhållanden (Sonesten 1991, Fiske- riverket 2004). Andra kännetecken för näringsrika sjöar är att karpfiskarna (t ex mört, braxen och björkna) dominerar jämfört med abborrfiskar, framförallt viktsmässigt. I St. Aspen och Östersjön fångades visserligen ett stort antal abborrar, men storleksfördelningen var kraftigt förskjuten mot små individer ("tusenbröder") (tabell 3 och figur 2).

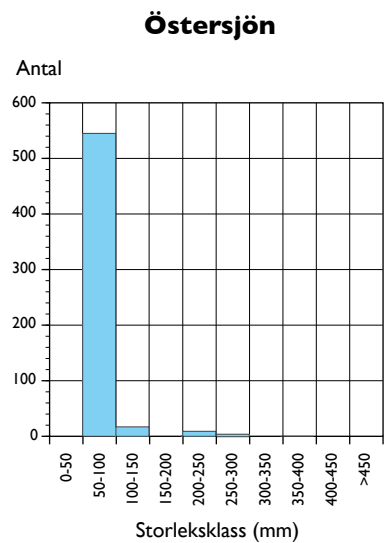
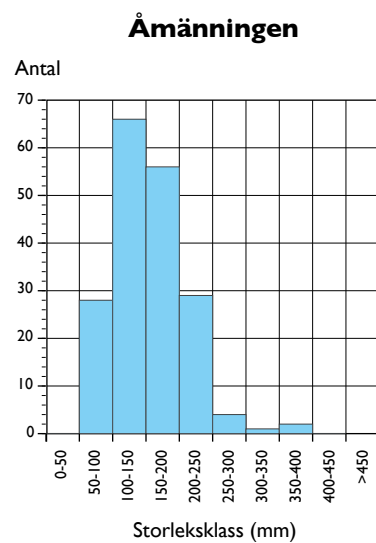
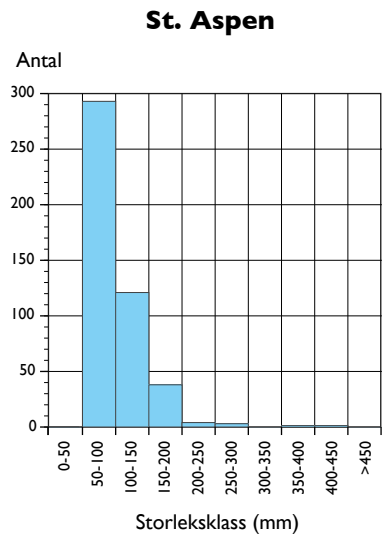
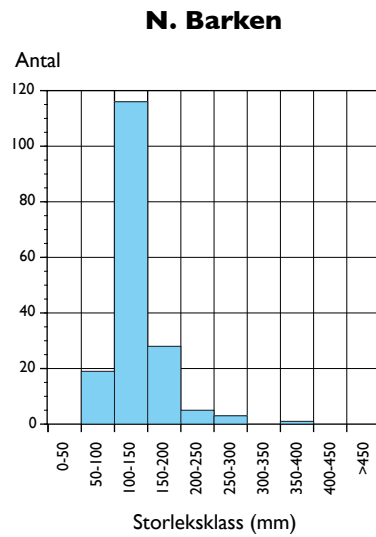
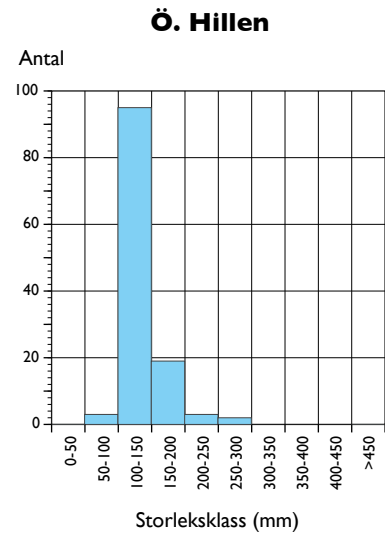
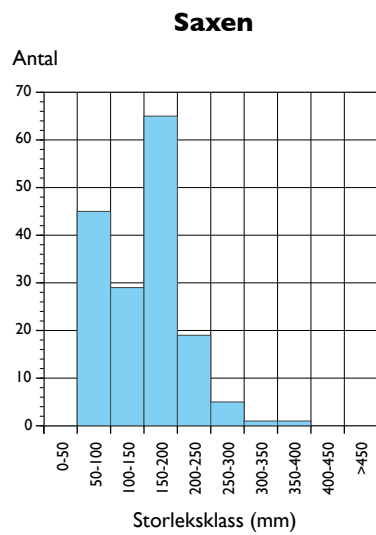
För de övriga mer sparsamt förekommande arterna är det svårt att göra bedömningar av fångsterna då den slumpmässiga variationen är betydande. Det är t ex mycket svårt att uppskatta förekomsten av nors i Ö. Hillen, där arten endast fångades i två av de nio näten med sex individer i det ena nätet och 41 stycken i det andra. Detta gäller framförallt stimlevande fiskarter som just nors, där ofta den slumpmässiga variationen är mycket stor och kan göra att beståndsuppskattningarna blir mycket missvisande.

Storlekssammansättningen

Fisksamhällets storleksstruktur ger framförallt information om statusen på fiskarnas reproduktion i vattnet. I normalfallet så består ett fiskbestånd av många små, unga individer, medan antalet äldre och större fiskar avtar ju större fiskarna blir. Detta beror främst på att fiskar i allmänhet får en stor avkomma och att dödligheten är stor, vilket innebär att antalet individer per storlekklass avtar med ökande storlek. Avsaknad av mindre individer kan antingen tyda på reproduktionsstörningar eller att man av någon anledning inte har fångat just de små individerna. Med den typ av forskningsnät som har använt blir vanligtvis de riktigt små fiskarna underrepresenterade, vilket dels beror på att endast en begränsad del av nätet har tillräckligt små maskor, dels på att nätets garntjocklek blir tillräckligt tjockt i förhållande till fiskarnas storlek som gör att de i större utsträckning kan se och undvika nätet. En avgörande faktor för om man skall lyckas få små fiskar i näten är deras placering i förhållande till fiskarnas normala förekomst i sjön. För många fiskarter uppehåller sig gärna de mindre individerna på grundare områden, gärna i vassbälten eller i annan typ av vegetation. Dessa miljöer är däremot svåra att på ett effektivt sätt provfiska med nät. Detta gör att såväl små individer av vissa fiskarter blir underrepresenterade vid nätprovfisken. Detta gäller även för samtliga storlekar av vissa arter som sutare och sarv, vilka under mer eller mindre hela sin livscykel uppehåller sig på företrädesvis grunda och vegetationsrika områden.



Provfiskenäten innehöll både stort och smått.



Figur 3. Storlekssammansättningen av abborre i de sex provfiskade sjöarna 2007.



En och annan fin gös fångades, men det var svårt att få gädda t.o.m. med kastspö.

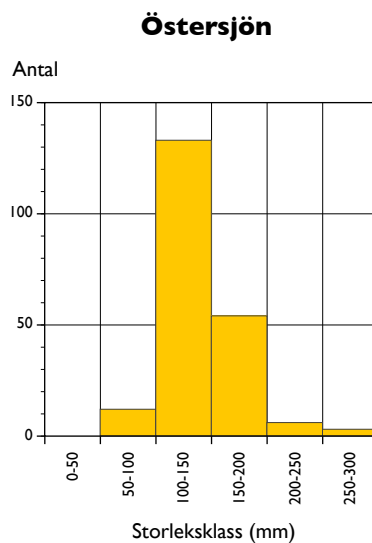
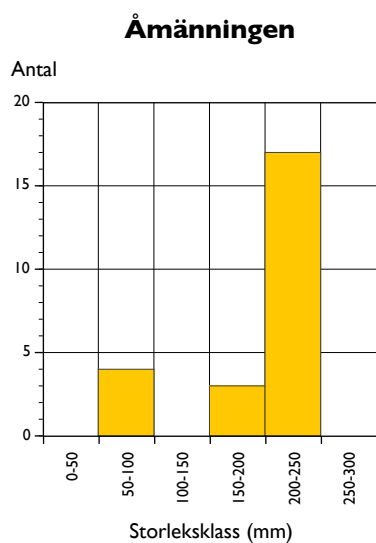
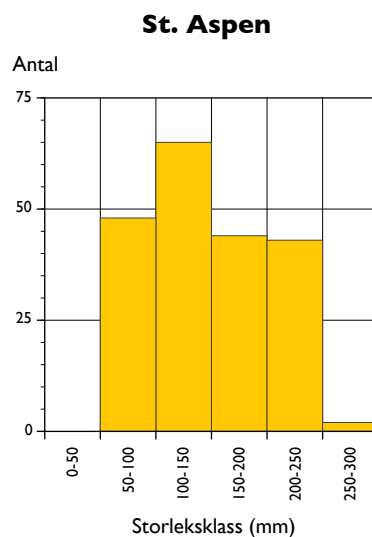
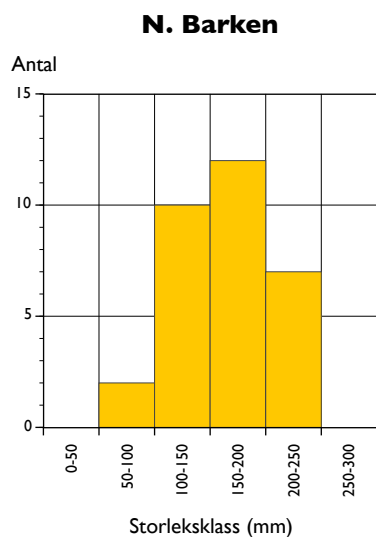
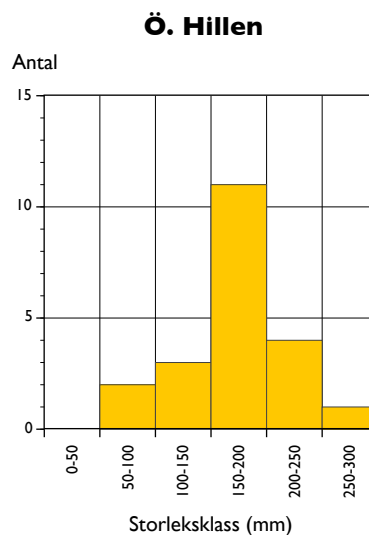
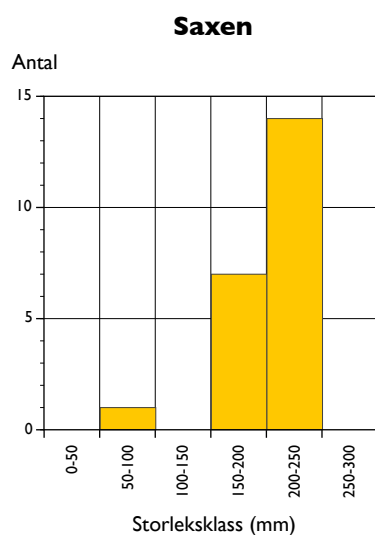
För mindre frekvent förekommande fiskarter är det svårt att bedömma storleksstrukturen eftersom den slumpmässiga variationen får en så stor betydelse. Följaktligen begränsas utvärderingen av provfiskets storlekssammansättning till de vanligast förekommande arterna abborre och mört.

Storlekssammansättningen av abborre tyder överlag på en god reproduktion i samtliga sjöar, även om de minsta individerna (50–100 mm) förekom sparsamt i fångsten från vissa sjöar (figur 3). Detta kan dock bero på att de råkat bli underrepresenterade pga ren slumpmässig variation i tid och rum och/eller pga nätens placering. Den näst minsta storlekklassen var dock väl representerad i samtliga sjöar. De två näringsrikaste sjöarna, St. Aspen och Östersjön, uppvisade mycket stora mängder av de minsta abborrarna med närmare 30 respektive 60 stycken per nätansträngning (totalt närmare 300 resp 550 st). Det fanns däremot få större abborrar i fångsten från Östersjön. Orsaken till detta är dock oklar, men det kan bero på den höga näringsnivån vilket gynnar karpfiskar som mört, braxen och björkna, vilka utgjorde en betydande andel av fångsten (tabell 3). De större abborrarna har dessutom konkurrens från andra rovfiskar i sjön som gädda, gös och asp.



Nätupptagning i Norra Barken.

Storleksfördelningen av mört visade i samtliga sjöar på en förskjutning mot större individer, där de dominerande storlekarna i flertalet av sjöarna var inom intervallen 150–200 och 200–250 mm (figur 4). Östersjön avviker något från det allmänna mönstret genom att mörtens överlag var en storlekklass mindre i denna sjö. Den generella avsaknaden av små individer skulle kunna bero på reproduktionsstörningar orsakade av t ex försurning, vilket mört är mycket känslig för. Detta skulle till exempel vara fallet för Saxen som är den enda sjö som uppvisar surhetsstörningar av de sjöar som regelbundet undersöks i systemet (se t ex Sonesten och Quintana 2008). För övriga sjöar är detta dock mindre sannolikt, utan är snarare en artefakt som orsakas av nätens placering, och då speciellt de delar med små maskstorlekar, i förhållande till de små mörtarnas normala uppehållsplatser i sjöarna. I samtliga sjöar förekom de små mörtarna främst i grunda nät på mellan 1 och 3 meter djup. Endast i St. Aspen fångades jämförelsevis stora mängder även på djupare nät (ned till 7 m), även om de var absolut vanligast grundare än 3 m.



Figur 4. Storlekssammansättningen av mört i de sex provfiskade sjöarna 2007.

Kvicksilver i fiskmuskel

Kvicksilver är en metall som finns naturligt i miljön, men människan har ökat den mängd kvicksilver som finns i naturen. De största inhemska kvicksilverkällorna till utsläpp i luften är krematorier, stål- och metallverk, samt förbränning av fossila bränslen och avfall. I krematorierna är det bland annat kvicksilverhaltiga amalgamfyllningar som orsakar problem. De svenska utsläppen har minskat markant under den senare delen av 1900-talet och börja på 2000-talet. Under 1950- och 1960-talen var den årliga belastningen på luften nära 30 000 kg/år, medan 2006 hade utsläppen minskat till 600 kg. Tidigare var kloralkali-industrin en stor källa, även till vattnet, men i och med den kraftigt minskade klorblekningen av pappersprodukter har denna källa minskat rejält. Mer information om kvicksilverutsläpp mm kan erhållas på Naturvårdsverkets hemsida.

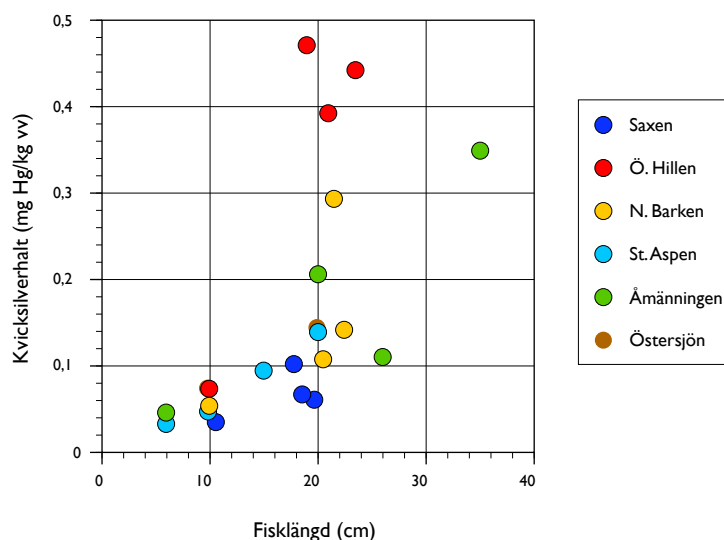
I mark, vatten och sediment omvandlas oorganiskt kvicksilver till metylkvicksilver (MeHg). Metylkvicksilver som är fettlösligt ansamlas i fisk och halterna tenderar till att biomagnifieras, dvs de ökar längre upp i näringskedjan. Följaktligen hittas vanligen de högsta halterna i stora rovfiskar. Det har uppskattats att kvicksilverhalten i enkilosgädda överskrider 1 mg/kg i ca 10 000 insjöar i Sverige. Gällande gränsvärde för saluförande av gädda är just 1 mg/kg, medan de flesta övriga fiskar har ett gränsvärde på 0,5 mg/kg. Metylkvicksilver kan påverka centrala nervsystemet (hjärnan) och fosterstadiet är den mest känsliga perioden under människans utveckling. För att skydda människan finns det gränsvärden för kvicksilverförekomst i bland annat livsmedel. Dessutom rekommenderas ammande eller gravida kvinnor att inte äta fiskarter som kan innehålla mycket kvicksilver. Mer information om kostråd och gränsvärden finns på Livsmedelsverkets hemsida.

Höga kvicksilverhalter i fisk har tidigare noterats framförallt i sjöarna omedelbart nedströms Ludvika, främst i Marnästjärn, Gårången och Ö. Hillen. Av dessa är det endast Ö. Hillen som ingår i årets och föregående provfiske. Orsaken till de förhöjda kvicksilverhalterna i fisken i

Tabell 4. Längd, vikt och kvicksilverhalt i gädda, gös och abborre 2007.

Sjö	Längd (cm)	Vikt (kg)	Kvicksilverhalt (mg Hg/kg vv)*
Gädda			
Saxen	24,0	0,068	0,049 (0,72)*
Ö. Hillen	45,5	0,455	0,292 (0,64)*
Östersjön	75	2,40	0,213 (0,089)*
Gös			
St. Aspen	39-45	0,4-0,7	0,101-0,137
Åmänningen	42-46	0,55-0,7	0,211-0,359
Östersjön	30-67	0,2-2,75	0,082-0,331
Abborre			
Saxen	10-20	0,01-0,1	0,036-0,101
Ö. Hillen	10-24	0,01-0,16	0,073-0,469
N. Barken	10-22	0,01-0,2	0,054-0,295
St. Aspen	6-20	0,003-0,08	0,033-0,139
Åmänningen	6-35	0,003-0,57	0,045-0,350
Östersjön	10-20	0,01-0,1	0,073-0,145

* För gädda ges även halten standardiserad till enkilos-gädda inom parentes (beräknas genom att dividera kvicksilverhalt med vikt). Egentligen bör standardiseringen endast ske på gäddor som väger mellan 0,4 och 1,6 kg, men i detta fall har så skett för samtliga tre fiskar. De uppskattade värdena bör därför användas med försiktighet.



Figur 5. Kvicksilverhaltens förändring med abborrens storlek.

dessas sjöar anses vara den tidigare tillverkningen av likriktare vid dåvarande ASEA (Olsson 2001). Även i denna undersökning så är halterna i abborre från Ö. Hillen något högre än för de övriga sjöarna. Halterna i abborre som är större än ca 20 cm från denna sjö är nära det gällande gränsvärdet för saluförande på 0,5 mg/kg, varför man bör vara försiktig med storkonsumtion av storväxta abborrar från sjön.

Kvicksilverhalten i fisk ökar vanligtvis med både fiskens storlek/ålder, samt är liksom tidigare nämnts högre längre upp i näringskedjan. Båda dessa fenomen illustreras väl genom kvicksilverhaltens förändring med abborrens storlek (figur 5). Förutom att kvicksilverhalten ökar något med fiskens längd för små individer så sker en abrupt förändring vid ca 20 cm längd ökar halten. Detta beror på att abborrar vanligtvis övergår till en mer fiskbaserad diet vid ca 15–20 längd från att tidigare främst ätit först zooplankton och sedan olika bottendjur. Eftersom fisk i allmänhet innehåller mer kvicksilver än bottendjur så ökar halterna i de fiskätande abborrarna snabbare ju mer fisk som ingår i deras diet.

Metaller i abborrlever

Halterna av de olika undersökta metallerna i leverproverna från abborre var överlag låga jämfört med medelhalterna i motsvarande prov i den nationella datavärden IVL:s databas (tabellerna 5-7). Jämförelser kunde göras för merparten av de undersökta metallerna, men tyvärr saknades data för kobolt, volfram och vanadin. För övriga metaller fanns ett stort jämförelsematerial, men man bör dock vara försiktig vid jämförelserna då det inte framgår i vilken utsträckning de undersökta fiskarna kommer från påverkade objekt. För de metallanalyser som är gemensamma med motsvarande undersökning 1996 (Svelab 1998/1999) följer halterna vid årets undersökning även det mönster som iaktogs tidigare. Noterbart är dock avsaknaden av metallanalysresultat för N. Barken. I sin rapport skriver Svelab att inga fiskar fångades i sjön, vilket motsägs av provfiskeresultaten (Waltersson och Hällman 1996).

Jämförelsevis höga metallhalter återfanns i framförallt abborrlever från Saxen, där halten av koppar, zink, kadmium och bly var noterbart högre än medelvärdet för jämförelsematerialet. Detta överensstämmer även med de förhöjda halterna av dessa metaller som tidigare noterats för Saxens sediment (Sonesten och Goedkoop 2002). Däremot innehåller sedimenten i Saxen, liksom i St. Aspen, även mycket krom, vilket däremot inte förefaller påverka halten i fisken då båda sjöarna uppvisar förhållandevis låga kromhalter i abborrlever. I sedimentundersökningen

Tabell 5. Medelhalter och standardavvikelser för koppar, zink, kadmium och bly i lever från abborre och gös.

Sjö	Antal prov*	Koppar (mg/kg ts)		Zink (mg/kg ts)		Kadmium (mg/kg ts)		Bly (mg/kg ts)	
		Medel	SD	Medel	SD	Medel	SD	Medel	SD
Saxen	8	26,0	17,4	133	18,2	10,3	4,7	3,91	3,27
Övre Hillen	6	11,2	2,9	92	7,8	2,8	1,2	0,11	0,04
Norra Barken	7	11,5	6,3	82	15,6	2,6	2,6	0,08	0,04
Stora Aspen	5	7,8	1,1	82	3,3	1,1	0,5	0,11	0,05
Ämänningen	5	39,8	38,7	98	12,5	1,6	0,9	0,07	0,04
Östersjön	5	7,3	1,0	87	9,8	0,2	0,1	0,13	0,09
Sverige**	**	15,7	21,8	120	31	4,9	7,2	0,14	1,85
St Aspen Göslever	1	9,0		85		0,2		0,19	

* Ett prov kan innehålla levrar från flera fiskar (gäller små abborrar)

** Data från 1662-1891 fiskar från nationella datavärden IVL:s databas

Tabell 6. Medelhalter och standardavvikelser för krom, nickel, kobolt och volfram i lever från abborre och gös. Antal prov från respektive sjö enligt tabell 5.

Sjö	Krom (mg/kg ts)		Nickel (mg/kg ts)		Kobolt (mg/kg ts)		Volfram (mg/kg ts)	
	Medel	SD	Medel	SD	Medel	SD	Medel	SD
Saxen	0,088	0,062	0,11	0,04	0,9	0,2	0,002	0,0005
Övre Hillen	0,027	0,003	0,09	0,02	1,4	0,3	0,006	0,0055
Norra Barken	0,036	0,012	0,08	0,02	1,1	0,8	0,004	0,0032
Stora Aspen	0,101	0,030	0,21	0,12	0,9	0,4	0,119	0,0344
Ämänningen	0,076	0,023	0,20	0,07	1,2	0,6	0,082	0,0606
Östersjön	0,078	0,046	0,21	0,11	0,7	0,4	0,054	0,0104
Sverige**	0,147	0,466	0,09	0,33				
St Aspen Göslever	1,39		1,28		0,2		0,133	

** Data från 1489-1491 fiskar från nationella datavärden IVL:s databas

Tabell 7. Medelhalter och standardavvikelser för vanadin, arsenik och aluminium i lever från abborre och gös. Antal prov från respektive sjö enligt tabell 5.

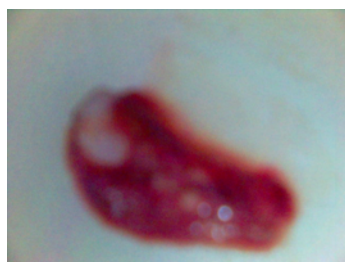
Sjö	Vanadin (mg/kg ts)		Arsenik (mg/kg ts)		Aluminium (mg/kg ts)	
	Medel	SD	Medel	SD	Medel	SD
Saxen	0,05	0,02	0,15	0,04	13	5,4
Övre Hillen	0,07	0,05	1,55	0,77	15	5,0
Norra Barken	0,17	0,19	0,86	0,61	16	10,7
Stora Aspen	0,13	0,15	1,18	0,56	11	4,8
Ämänningen	0,22	0,15	1,15	0,82	14	4,8
Östersjön	0,08	0,04	0,94	0,18	25	18,7
Sverige**			0,81	0,86	24	24
St Aspen Göslever	0,05		0,60		17	

** Data från 770-968 fiskar från nationella datavärden IVL:s databas

noterades även förhöjda halter av nickel, kobolt och volfram i St. Aspen och sjöarna nedströms i systemet. Detta illustreras även av jämförelsevis högre halter av nickel och volfram i fisken från St. Aspen, Åmänningen och Östersjön. De höga kobolthalterna i sedimenten verkar däremot inte påverka halterna i fisklever.

Förutom den höga kopparhalten i fisken från Saxen så var även medelhalten för Åmänningen avvikande hög. Medelhalten var till och med högre än för Saxen. Den stora spridningen i fisklevernarna från Åmänningen, mätt som standardavvikelsen, indikerar på att det är stor skillnad mellan de olika proverna som har analyserats. Det är framförallt de två största individerna som har kraftigt förhöjda kopparhalter i levern, vilket även gäller för zinkhalten i dessa lever, medan övriga metaller överlag är betydligt lägre än för de två mindre individerna. Den bakomliggande orsaken till detta är oklar, men man skulle kunna tänka sig att det är skillnad i födoval som bidragit till detta. Samtliga stora abborrar som fångades i sjön fångades i grunda strandnära nät (se appendix 2, nät 1–4), där fångsten var kraftigt angripen av kräftor. Till exempel fångades 73 st kräftor i nät 2 (appendix 3). Man skulle således kunna tänka sig att de stora abborrarna kanske har en större andel kräftor i sin diet och att detta kan orsaka skillnaderna i metallhalter mellan de olika abborrarna i sjön.

Vid provberedningen av abborrarna noterades även att samtliga preparerade lever hade patologiska (sjukliga) förändringar genom att det hade mer eller mindre stora vita fettliknande ”klumpar” (figur 6). Vad dessa klumpar bestod av är oklart, men de skulle kunna vara antingen fettvävnad eller parasiter. Eventuell inlagring av fettvävnad skulle kunna bero på antingen någon form av infektion eller på någon yttre miljöpåverkan. Orsaken bör dock utredas.



Figur 6. Lever från abborre fångad i Saxen. På bilden syns vita fettliknande ”klumpar” i levern.

Litteraturförteckning

- FISKERIVERKET 2004. Den värdefulla gösen. F-fakta 2004:17.
- FISKERIVERKET 2006. Svenska fiskar II – Hotade arter. F-fakta 2006:25.
- NATURVÅRDSVERKET 2000. Bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Rapport 4913.
- OLSSON C. 2001. Kvicksilver i Ludvika med omnejd. Examensarbete vid okänd plats.
- SONESTEN L. 1991. Gösens biologi. Information från Sötvattenslaboratoriet, Fiskeriverket. 1991:1.
- SONESTEN L. & QUINTANA I. 2008. Kolbäcksån – Recipientkontroll 2007. Institutionen för miljöanalys Rapport 2008:16 (pdf via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>).
- SVELAB 1998/1999. Kolbäcksån – Metaller i fisk 1996. Stencilsamling som kan laddas ner som pdf via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>.
- WALTERSSON U. & HÄLLMAN T. 1996?. Kolbäcksån – Recipientkontrollprogram – Provfiske -96. Stencil Länsstyrelsen i Västmanlands län (pdf via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>).

Appendix I. Provfiskedata

Rådata finns även nedladdningsbart som excelfil via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>

Provfiskedata

Sjö	X_SMHI	Y_SMHI	Datum (läggning)	Tid-Läggning	Tid-Vittning
Saxen	667313	145436	07-08-20	19:00-20:20	7:45-8:40
Övre Hillen	667086	146907	07-08-21	17:20-18:40	7:20-8:20
Norra Barken	666165	148695	07-08-22	18:00-19:00	8:00-9:00
Stora Aspen	664924	150498	07-08-27	19:30-20:30	8:00-9:00
Åmänningen	663863	151351	07-08-28	19:25-20:30	7:15-8:15
Östersjön	661880	152199	07-08-23	19:20-20:20	7:20-8:20

Väderlek under provfisket

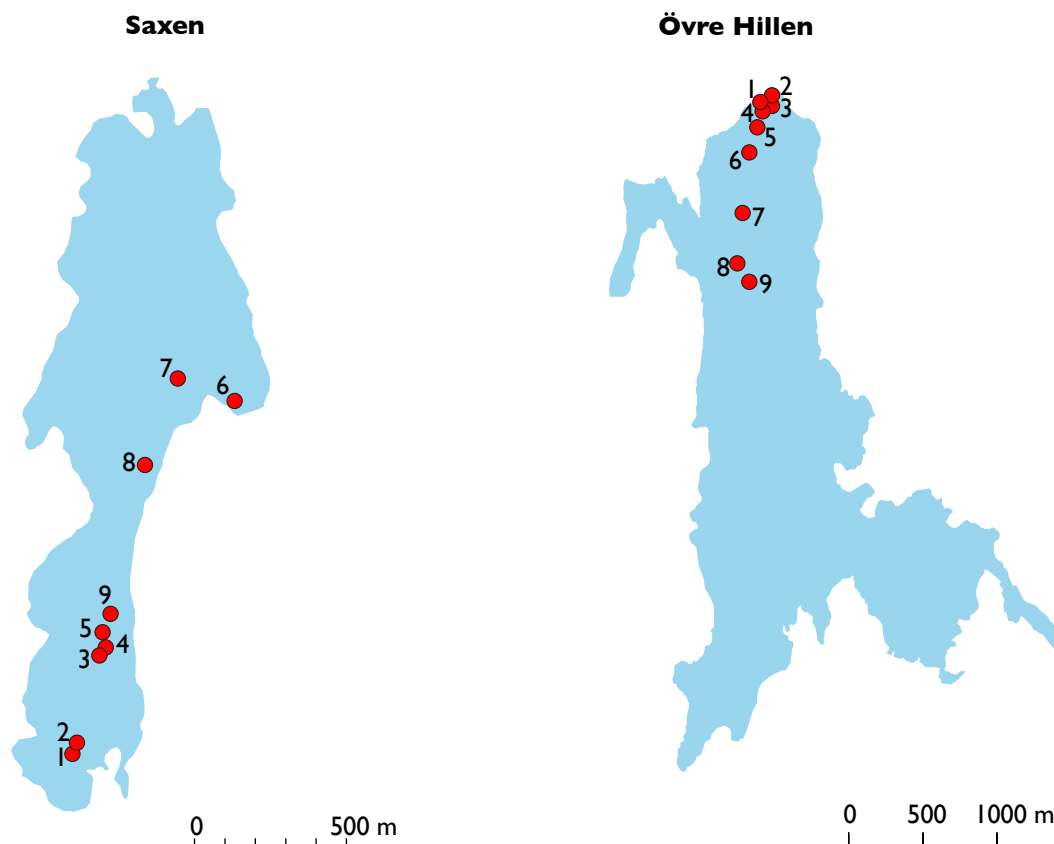
Sjö	Läggning			Upptag		
	Väder	Vindriktning	Vindhastighet	Väder	Vindriktning	Vindhastighet
Saxen	växlande molnighet		stilla	växlande molnighet		stilla
Övre Hillen	växlande molnighet	N-NV	svag	klart	N	svag
Norra Barken	klart		svag	klart		svag
Stora Aspen	växlande molnighet	N-NV	svag	växlande molnighet	N	måttlig
Åmänningen	växlande molnighet	O	svag	växlande molnighet	O-NO	måttlig
Östersjön	växlande molnighet		stilla	klart		stilla

Sjödata

Sjö	Vattentemp. Yta (°C)	Siktdjup (m)	Kommentarer
Saxen	17,5	2,1	
Övre Hillen	18,3	2,8	
Norra Barken	18,5	3	
Stora Aspen	20,5 (070823)	1,7	
Åmänningen	19,0 (070820)	2,1	
Östersjön	24,8? (19,0 °C 070820)	1,8	Osäker om termistor var trasig. Avloppslukt längs sjöns västra sida.

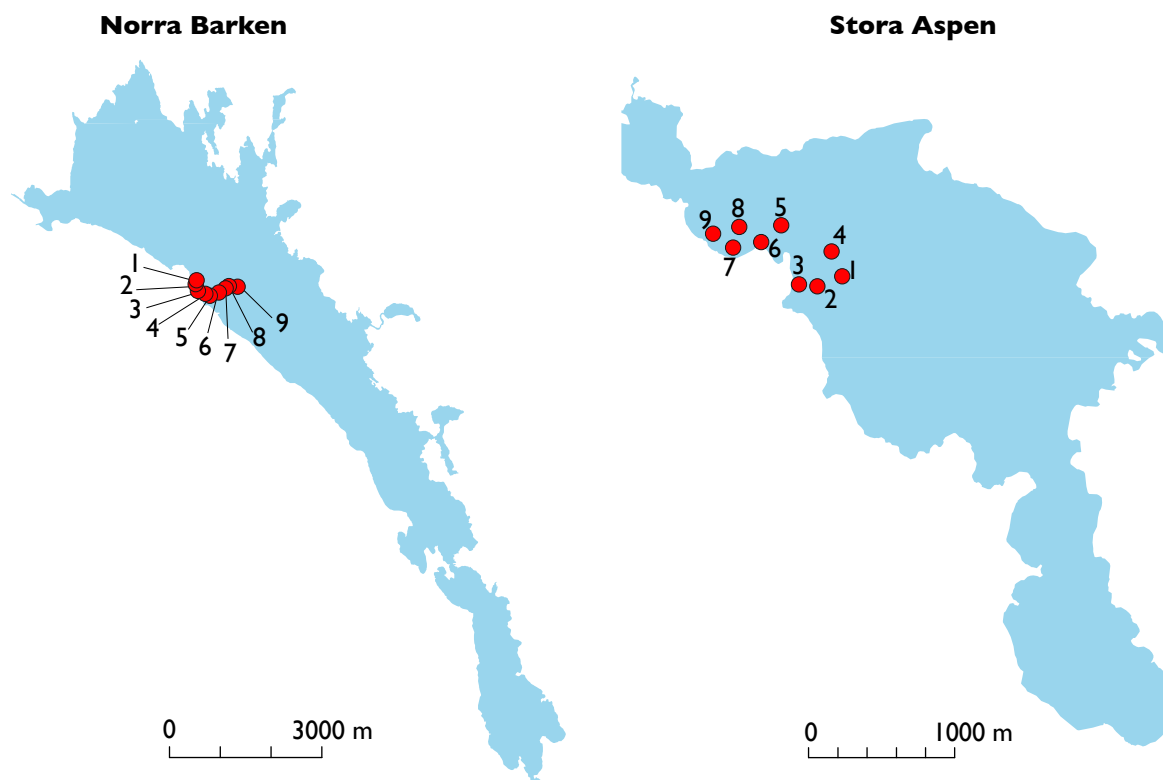
Appendix 2. Provfiskelokaler

Rådata finns även nedladdningsbart som excelfil via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>



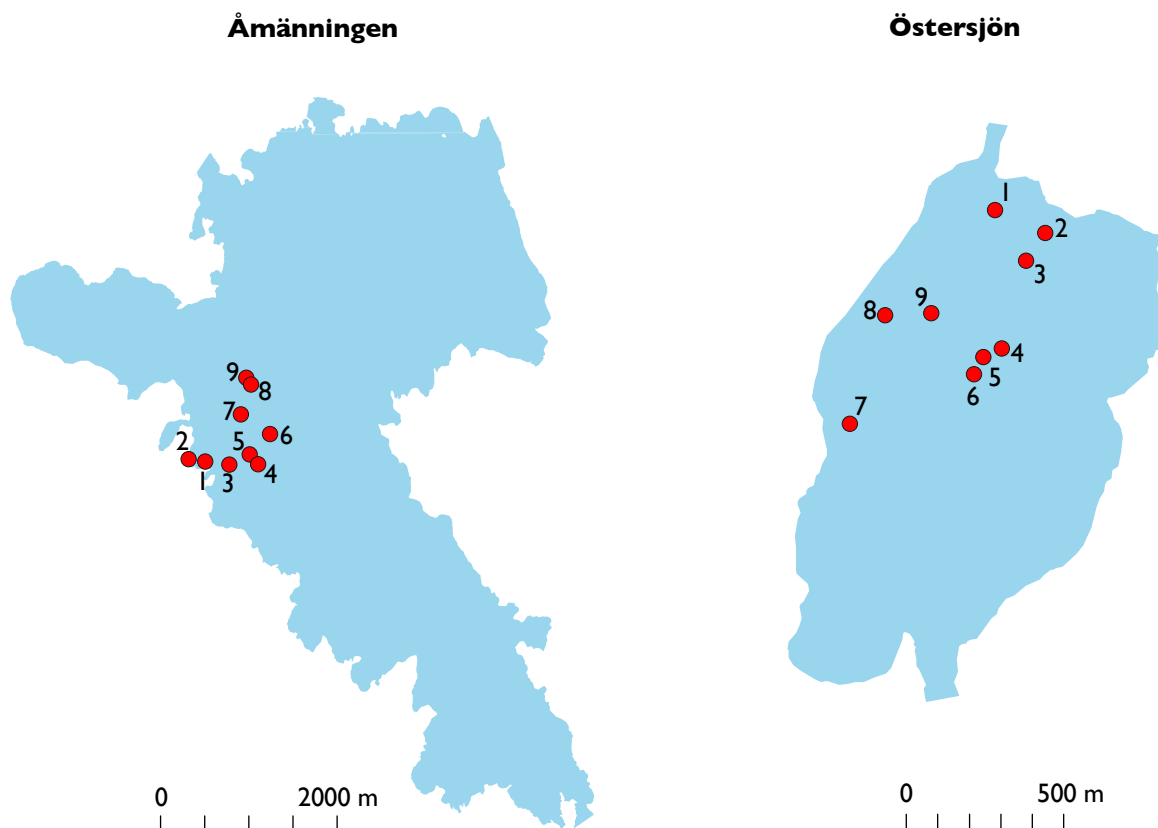
Sjö	Nät	Vattendjup (m)		Nätstart		Nätslut	
		Start	Slut	X	Y	X	Y
Saxen	1	2,5	3	6670824	1454165	6670867	1454148
Saxen	2	3,9	2,2	6670859	1454179	6670896	1454169
Saxen	3	4,1	4,9	6671145	1454254	6671148	1454286
Saxen	4	4,5	7,6	6671170	1454271	6671178	1454311
Saxen	5	6,5	8	6671222	1454263	6671235	1454290
Saxen	6	1,6	2,2			6671980	1454695
Saxen	7	4,3	4,1			6672058	1454507
Saxen	8	4,1	4	6671771	1454399	6671736	1454373
Saxen	9	2,1	3,5	6671282	1454287	6671298	1454324
Övre Hillen	1	1,7	2,2	6674714	1467856	6674686	1467829
Övre Hillen	4	4,5	5,2	6674658	1467853		
Övre Hillen	2	1,7	3,1	6674742	1467916	6674710	1467900
Övre Hillen	3	3	4,8	6674701	1467915	6674620	1467894
Övre Hillen	5	6,5	6,8	6674526	1467823		
Övre Hillen	6	9,2	8,8	6674365	1467774		
Övre Hillen	7	13,7	13,5	6673955	1467724		
Övre Hillen	8	22,1	21,4	6673610	1467692		
Övre Hillen	9	26,9	22,6	6673486	1467771		

Appendix 2. Provfiskelokaler



Sjö	Nät	Vattendjup (m)		Nätstart		Nätslut	
		Start	Slut	X	Y	X	Y
Norra Barken	1	2	4,1			6667210	1481920
Norra Barken	2	2,3	2,3			6667113	1481854
Norra Barken	3	1,4	3,2			6667015	1481909
Norra Barken	4	6	11			6666988	1482076
Norra Barken	5	4,9	5,7			6666987	1482149
Norra Barken	6	3,9	5,7			6667038	1482310
Norra Barken	7	9,1	13			6667103	1482465
Norra Barken	8	16,1	18			6667165	1482518
Norra Barken	9	24,6	24,4			6667159	1482703
Stora Aspen	1	18,1	16,8	6650572	1502152	6650547	1502143
Stora Aspen	2	5,9	9,5	6650505	1501986	6650484	1502020
Stora Aspen	3	3,6	4,3	6650523	1501861	6650511	1501894
Stora Aspen	4	16,2	16,8	6650740	1502079	6650707	1502076
Stora Aspen	5	9,2	5,2	6650919	1501740	6650926	1501792
Stora Aspen	6	3,1	4,9	6650806	1501601		
Stora Aspen	7	2,8	1,6	6650770	1501409		
Stora Aspen	8	5,4	3,7	6650913	1501449		
Stora Aspen	9	2,8	2,8	6650840	1501273		

Appendix 2. Provfiskelokaler



Sjö	Nät	Vattendjup (m)		Nätstart		Nätslut	
		Start	Slut	X	Y	X	Y
Åmänningen	1	3,7	4,5	6645262	1507980		
Åmänningen	2	1,3	1,5	6645328	1507741		
Åmänningen	3	8,6	7,7	6645218	1508270		
Åmänningen	4	1,5	3,5	6645240	1508579		
Åmänningen	5	14,8	15,6	6645318	1508506		
Åmänningen	6	21,7	21	6645579	1508732		
Åmänningen	7	24,5	24,7	6645805	1508398		
Åmänningen	8	7,9	8,6	6646145	1508506		
Åmänningen	9	5,7	5,1	6646219	1508484		
Östersjön	1	2	2	6620406	1522118		
Östersjön	2	2	2,3	6620326	1522277		
Östersjön	3	3,4	3,5	6620241	1522222		
Östersjön	4	5,6	5,6	6619958	1522138		
Östersjön	5	6,3	6	6619930	1522079		
Östersjön	6	6,1	5,6	6619882	1522048		
Östersjön	7	2,6	3,1	6619720	1521657		
Östersjön	8	3,3	3,3	6620062	1521770		
Östersjön	9	6,7	5,7	6620070	1521917		

Appendix 3. Provfiskeresultat – nätvisa fångster

Rådata finns även nedladdningsbart som excelfil via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>

Sjö	Nätnummer	Antal fiskar per nät														Kräftor
		abborre	mört	gädda	gers	gös	björkna	braxen	braxen/björkna	löja	siklöja	lake	nors	asp	Totalt antal	
Saxen	1	22	2												24	
Saxen	2	34	1												35	
Saxen	3	8	6												14	
Saxen	4	5													5	
Saxen	5		1												1	
Saxen	6	45	3	1											49	
Saxen	7	13	4												17	
Saxen	8	16	4												20	
Saxen	9	22	1												23	
Ö. Hillen	1	11	2	1											14	6
Ö. Hillen	2	15	2		1										18	6
Ö. Hillen	3	3	11		1		2								17	7
Ö. Hillen	4	14	5												19	1
Ö. Hillen	5	40			9										49	1
Ö. Hillen	6	39	1		14						4				58	1
Ö. Hillen	7	2			6						9	1	41		59	
Ö. Hillen	8				2						4	1	6		13	
Ö. Hillen	9										2	1			3	
N. Barken	1	71	5		2			1							79	3
N. Barken	2	11	4		1										16	1
N. Barken	3	24	19												43	4
N. Barken	4	4			7								1		12	
N. Barken	5	32	1		5										38	
N. Barken	6	31	3		3										37	10
N. Barken	7	4			17						1				22	
N. Barken	8				3						9		3		15	1
N. Barken	9				1						2	2			5	
St. Aspen	1														0	
St. Aspen	2	1	4		6	3									14	
St. Aspen	3	108	28		4	1									141	7
St. Aspen	4														0	
St. Aspen	5	8	16		8	3	3	1							39	
St. Aspen	6	73	12		2			1							88	1
St. Aspen	7	153	78		3		1	1	2	1					239	
St. Aspen	8	54	23		3	2	1	3							86	
St. Aspen	9	64	43		5	1	2	2							117	1

Appendix 3. Provfiskeresultat – nätvisa fångster

Rådata finns även nedladdningsbart som excelfil via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>

Sjö	Nätnummer	Antal fiskar per nät													Totalt antal	Kräftor
		abborre	mört	gädda	gers	gös	björkna	braxen	braxen/björkna	löja	siklöja	lake	nors	asp		
Åmänn.	1	55	8		2	1									66	41
Åmänn.	2	39	15		4	1									59	73
Åmänn.	3	59			3	1									63	
Åmänn.	4	17	2		2		1			3					25	17
Åmänn.	5	2			1	1									4	
Åmänn.	6														0	
Åmänn.	7														0	
Åmänn.	8	25	1		3										29	
Åmänn.	9	6	1		2	1									10	11
Östersjön	1	65	28		9	2	1	3							108	
Östersjön	2	59	30		26		3	1							119	
Östersjön	3	106	22		38	3	7	1							177	
Östersjön	4	26	30	1	26	6	6	4							99	
Östersjön	5	8	24		19	1	5								57	
Östersjön	6	15	13		28	3	8								67	
Östersjön	7	106	30		8	1			10					1	156	
Östersjön	8	190	18		4	2	3		8					2	227	
Östersjön	9	2	13		12	2	10								39	
Totalt antal		1707	514	3	290	35	53	18	20	4	31	5	51	3	2734	

Appendix 4. Kvicksilverhalter i fiskmuskel

Rådata finns även nedladdningsbart som excelfil via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>

Fiskart	Sjönamn	Storleksklass (cm)	TS (%)	Kvicksilverhalt	
				Hg mg/kg ts	Hg mg/kg vv
Gädda	Saxen	24	20,0	0,247	0,049
Gädda	Övre Hillen	45,5	20,8	1,402	0,292
Gädda	Östersjön	74,7	19,7	1,081	0,213
Gös	Stora Aspen	39	19,5	0,52	0,101
Gös	Stora Aspen	45	20,0	0,685	0,137
Gös	Åmänningen	42	20,7	1,043	0,216
Gös	Åmänningen	42,5	21,4	0,984	0,211
Gös	Åmänningen	46	21,5	1,669	0,359
Gös	Östersjön	30	19,8	0,413	0,082
Gös	Östersjön	40	19,9	0,575	0,115
Gös	Östersjön	55	20,3	0,753	0,153
Gös	Östersjön	56	19,4	1,707	0,331
Gös	Östersjön	67	21,2	1,467	0,311
Abborre	Saxen	10–12	19,5	0,184	0,036
Abborre	Saxen	18,5	19,3	0,525	0,101
Abborre	Saxen	19	20,0	0,338	0,068
Abborre	Saxen	20	19,1	0,322	0,062
Abborre	Övre Hillen	10	20,1	0,364	0,073
Abborre	Övre Hillen	19	19,0	2,469	0,469
Abborre	Övre Hillen	21	21,0	1,866	0,391
Abborre	Övre Hillen	23,5	20,9	2,117	0,442
Abborre	Norra Barken	10	19,3	0,28	0,054
Abborre	Norra Barken	20,5	20,9	0,521	0,109
Abborre	Norra Barken	21,5	18,6	1,59	0,295
Abborre	Norra Barken	22,5	20,6	0,693	0,143
Abborre	Stora Aspen	6–7	19,9	0,165	0,033
Abborre	Stora Aspen	10	20,3	0,221	0,045
Abborre	Stora Aspen	14–17	20,5	0,456	0,094
Abborre	Stora Aspen	20	19,8	0,704	0,139
Abborre	Åmänningen	6	19,8	0,227	0,045
Abborre	Åmänningen	20	18,4	1,127	0,207
Abborre	Åmänningen	26	18,6	0,601	0,112
Abborre	Åmänningen	35	20,8	1,679	0,350
Abborre	Östersjön	10–11	20,3	0,358	0,073
Abborre	Östersjön	20	20,3	0,714	0,145

Appendix 5. Metallhalter i abborrlever

Rådata finns även nedladdningsbart som excelfil via <http://www.ma.slu.se/Kolbacksan>

Sjö	Storleks klass (cm)	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr	Ni	Co	W	V	As	Al	Fe	Mn
Saxen	6–7	9,52	132,5	4,75	2,365	0,082	0,098	0,587	0,003	0,016	0,175	13,17	272	16,22
Saxen	10–12	10,39	123,7	6,96	2,087	0,052	0,068	0,570	0,001	0,031	0,210	6,82	330	19,01
Saxen	12–14	15,33	112,7	9,80	2,950	0,060	0,074	0,872	0,002	0,058	0,177	9,77	482	9,99
Saxen	17	11,92	108,0	4,16	1,734	0,037	0,099	0,624	0,002	0,035	0,110	8,53	317	5,80
Saxen	18,5	26,88	127,6	15,21	4,243	0,095	0,118	0,883	0,002	0,071	0,133	15,56	1084	7,55
Saxen	18,5	57,78	155,8	12,52	11,76	0,236	0,173	1,252	0,003	0,087	0,137	23,03	914	25,18
Saxen	19	38,08	146,4	16,10	2,523	0,072	0,148	1,070	0,002	0,066	0,187	17,01	747	9,36
Saxen	20	37,87	154,6	13,28	3,643	0,068	0,136	0,955	0,002	0,050	0,097	10,00	620	6,02
Ö. Hillen	10	8,29	85,9	1,85	0,153	0,026	0,141	1,101	0,002	0,039	0,970	11,65	512	11,48
Ö. Hillen	12	12,01	92,0	3,36	0,095	0,029	0,079	1,858	0,002	0,099	1,088	12,69	1013	13,30
Ö. Hillen	16	15,05	107,3	4,75	0,079	0,024	0,086	1,461	0,004	0,159	0,964	23,08	896	13,63
Ö. Hillen	19	10,23	93,0	3,30	0,073	0,032	0,082	1,331	0,016	0,050	1,321	18,86	267	8,66
Ö. Hillen	21	7,80	90,3	1,54	0,073	0,025	0,075	0,997	0,008	0,053	2,075	11,91	297	5,10
Ö. Hillen	23,5	13,76	86,3	1,99	0,157	0,024	0,080	1,357	0,002	0,038	2,867	10,93	391	4,71
N. Barken	6–7	5,29	74,1	0,53	0,133	0,042	0,075	0,157	0,004	0,020	1,572	9,75	217	13,15
N. Barken	10	7,53	76,6	1,46	0,080	0,042	0,095	0,498	0,003	0,047	1,506	7,45	289	14,81
N. Barken	14–15	12,68	92,7	2,97	0,088	0,029	0,080	1,459	0,003	0,113	1,087	11,88	642	15,44
N. Barken	18–20	10,47	96,4	2,90	0,066	0,037	0,080	1,399	0,004	0,428	0,435	26,53	879	10,04
N. Barken	20,5	24,62	102,1	8,06	0,049	0,052	0,122	1,587	0,003	0,463	0,183	34,20	1006	7,53
N. Barken	21,5	7,96	76,2	1,48	0,131	0,034	0,081	2,133	0,011	0,065	1,111	13,21	372	10,77
N. Barken	22,5	11,77	57,2	0,79	0,027	0,013	0,056	0,308	0,001	0,084	0,119	5,67	225	3,63
St. Aspen	6–7	6,15	80,4	0,38	0,179	0,088	0,156	0,337	0,120	0,027	2,159	9,35	234	14,57
St. Aspen	10	7,70	82,3	0,96	0,114	0,076	0,123	0,727	0,094	0,055	1,063	11,82	418	13,47
St. Aspen	12–14	7,58	79,3	1,00	0,095	0,088	0,139	0,687	0,084	0,040	1,006	7,08	439	16,76
St. Aspen	14–17	9,30	87,4	1,81	0,084	0,100	0,418	1,328	0,124	0,144	0,924	7,91	722	12,45
St. Aspen	20	8,29	80,1	1,46	0,060	0,152	0,203	1,330	0,172	0,376	0,748	19,11	692	8,61
Åmän.	6	6,81	90,0	0,64	0,121	0,061	0,128	0,287	0,055	0,034	1,545	17,91	266	15,86
Åmän.	12,5–13,3	11,74	88,2	2,09	0,075	0,049	0,127	1,428	0,051	0,095	1,169	6,33	615	17,60
Åmän.	20	17,04	87,8	2,96	0,073	0,108	0,223	1,902	0,191	0,302	2,287	17,15	891	16,34
Åmän.	26	74,75	112,3	1,05	0,036	0,080	0,256	1,042	0,056	0,400	0,362	16,79	284	5,36
Åmän.	35	88,58	110,5	1,07	0,025	0,085	0,272	1,544	0,060	0,282	0,369	13,93	223	4,31
Östersjön	5–6	8,39	93,5	0,12	0,227	0,114	0,339	0,374	0,064	0,049	1,255	36,47	271	12,56
Östersjön	8	6,66	93,4	0,26	0,208	0,134	0,310	0,531	0,056	0,096	0,846	51,89	484	10,32
Östersjön	10–11	8,09	93,8	0,34	0,088	0,074	0,160	0,953	0,065	0,122	0,802	20,89	464	16,84
Östersjön	12–14	6,10	82,2	0,17	0,066	0,037	0,186	0,396	0,043	0,027	0,920	7,93	162	5,38
Östersjön	20	7,18	71,7	0,31	0,040	0,029	0,059	1,251	0,044	0,117	0,868	9,61	441	7,29
St Aspen Göslever	14,4	8,97	85,3	0,22	0,194	1,389	1,277	0,225	0,133	0,050	0,597	16,65	278	10,60